

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 164625 B

Patentdirektoratet  
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 1563/90

(51) Int.Cl.5

H 05 B 3/10

(22) Indleveringsdag: 28 jun 1990

(24) Løbedag: 28 dec 1988

(41) Alm. tilgængelig: 28 jun 1990

(44) Fremlagt: 20 jul 1992

(86) International ansøgning nr.: PCT/US88/04670

(86) International indleveringsdag: 28 dec 1988

(85) Videreførelsesdag: 28 jun 1990

(30) Prioritet: 29 dec 1987 US 138857 11 jan 1988 US 142625

(71) Ansøger: \*Flexwatt Corporation; 2380 Cranberry Highway; West Wareham; MA 02576, US

(72) Opfinder: John A. \*Marstiller; US, Paul H. \*Bodensiek; US, Frederick G. J. \*Grise; US

(74) Fuldmægtig: Hofman-Bang & Boutard A/S

(54) Elektrisk varmegivende enhed

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

1563-90

En varmeeenhed omfatter et ledende mønster, der er anbragt på en isolerende flade og to i afstand anbragte elektroder, der er elektrisk forbundet til det ledende mønster. Det elektriske ledende mønster definerer i mindst ét varmegivende område en todimensional array af områder uden ledende materiale ("porer") i et kontinuerligt mønster af ledende materiale. Det ledende mønster omfatter enten et påtrykt, ledende grafitværtelag eller et gennem vakuumforstøvning anbragt metallag. Naboporers centre kan f.eks. danne hjørnerne af ligesidede trekanter og hver pore kan være sekskantet.

DK 164625 B

fortsættes



Opfindelsen angår elektriske varmegivende enheder af den i krav 1's indledning angivne art.

5 US patentskrift 4 485 297 angiver en elektrisk varmegivende enhed, i hvilken et halvledende mønster er trykt på et isolerende substrat. Mønstret omfatter et sæt af parallelle striber i længderetningen og et antal streger, der strækker sig skråt mellem striberne. Enheden er udformet, så der frembringes en ensartet effekttæthed  
10 (watt-tæthed) over det opvarmede område, og det angives ligeledes i patentet, hvorledes effekttætheden kan varieres ved at ændre vinklen mellem stregerne og striberne.

15 US patentskrift 4 633 068 angiver en varmegivende enhed, der især er velegnet til anvendelse som infrarødt billedmål, og som ligeledes omfatter et halvledermønster bestående af et antal streger, der strækker sig mellem et sæt af striber, der løber i længderetningen. Forskellige områder på den deri angivne enhed kan have forskellige effekttætheder, hvilket opnås ved at lade stregernes bredde  
20 variere langs deres længde.

25 US patentskrift nr. 4 542 285 angiver ledere, der er velegnet til anvendelse i forbindelse med enheder med halvledermønstre, såsom de i ovennævnte patentskrifter angivne. Lederen omfatter en ledende metalstribe med et par transversalt adskilte, longitudinalt forløbende stribeafsnit, og derimellem en central part, der omfatter et antal åbninger, der er adskilt i længderetningen. En af lederens  
30 stribedele overlejrer en af halvledermønstrets striber, og et isolerende lag er lagt oven på og forbundet med laget, der bærer halvledermønstret, gennem åbningerne i den centrale part og langs lederens inder- og yderkanter.

35 Den kendte teknik omfatter også et antal forskellige elektroniske enheder, der er fremstillet ved at anbringe

en tynd ledende metalfilm, f.eks. nikkel eller sølv, på et isolerende substrat, f.eks. papir eller organisk plast. Den specifikke flademodstand (ohm/kvadrat) af et sådant lag afhænger selvfølgelig af metallagets specifikke modstand (ohm cm) og lagtykkelsen. Ved anvendelse af en vakuumpåføringsteknik er det muligt at anbringe et sådant metallag med en tykkelse helt ned til 35-40 Ångstrøm. Et nikkellag med en sådan tykkelse har en specifik flademodstand i størrelsesordenen 20 ohm/kvadrat.

10

Nærværende opfindelse har til formål at angive et ledende mønster, der ved hjælp af i et hovedsagen jævnt fordelt lag af ledende materiale (f.eks. ved trykning med en halvledende tryksvætte, eller ved anvendelse af en vakuumpåføringsteknik på et ledende metal til opnåelse af et lag med en ensartet tykkelse), gør det muligt at frembringe områder med forskellig størrelse og form, hvilke områder har signifikant forskellige specifikke flademodstande (ohm/kvadrat). Det gøres herved muligt f.eks. at lave enheder, der i forskellige varmegivende områder med samme størrelse eller udformning har forskellige effekt-tætheder, eller som har samme effekttæthed i forskellige varmegivende områder med meget afvigende størrelse eller opbygning. Det gøres med opfindelsen også muligt at fremstille en varmegivende enhed, der er meget modstandsdygtig over for revner og delaminering, og at fremstille antistatiske enheder.

25

Det angivne formål opnås ved, at den elektriske varmegivende enhed er udformet som angivet i krav 1's kendetegnende del.

30

I varmegivende enheder, hvori det anvendte ledende materiale er en halvledende svætte af den i de tidligere omtalte trykskrifter angivne art, vil et andet varmegivende område være serieforbundet med det første område og omfatte et område, der er trykt med den samme svætte i sam-

35

me tykkelse som det første område, hvor enten (i) i hovedsagen hele dette område er dækket med halvledende materiale, eller (ii) hvor dette område omfatter et mønster af net og porer, der afviger fra det første område. I de

5 varmegivende områder, hvori halvledermønstret er arrangeret i et net-poremønster, dækker porerne ikke mere end omkring 90 % af det varmegivende område og er hensigtsmæssigt beliggende i et regulært, typisk retliniet arrangement (dvs. centrum af naboporer danner trekanter, kvadrater, parallelogrammer eller rhomber). Arealet af hver

10 pore vil typisk være mindre end  $5 \text{ cm}^2$ , og den mindste afstand mellem to naboporer (dvs. den minimale trådbredde af nettet af det halvledende materiale) vil være knap  $1/2$  mm. Ved foretrukne udførelsesformer vil centre af naboporer

15 være hjørner i ligesidede trekanter, og hver pore vil være en sekskant med en indskreven cirkeldiameter på under 6 mm, og et isolerende dæklag vil være bundet til substratet gennem porerne.

20 I en elektrisk modstandsenhed, der omfatter et tyndt metallag på et isolerende substrat, vil enhedens specifikke flademodstand øges væsentligt ved at fjerne adskilte dele af det påførte metal. Det tilbageblevne metal definerer et regulært arrangement af metalfrie porer (der med fordel

25 kan være sekskantede og således anbragt, at centrene af tre naboporer danner hjørnerne i en ligesidet trekant og med naboporers kanter indbyrdes parallelle) i metallet.

30 Opfindelsen skal forklares nærmere i forbindelse med foretrukne udførelsesformer under henvisning til tegningen, hvor:

fig. 1 er et planbillede af en elektrisk varmegivende enhed ifølge opfindelsen med det øverste isolerende lag og

35 enhedens metalledere fjernet af hensyn til overskueligheden;

fig. 2 viser i snit den i fig. 1 viste enhed langs linien 2-2 med det isolerende dæklag og metallederne på plads;

5 fig. 3 viser i større målestok en del af det i fig. 1 viste halvledermønster;

fig. 4 viser mere detaljeret en udførelse af halvledermønsteret i den fig. 1 viste enhed;

10 fig. 5-7 er planbilleder af ændrede udførelsesformer af halvledernet-poremønstret på elektriske varmegivende enheder ifølge opfindelsen;

15 fig. 8 viser skematisk en ændret udførelsesform for en varmeeenhed ifølge opfindelsen;

fig. 9 er et planbillede af endnu en udførelsesform for en elektrisk modstandsenhed ifølge opfindelsen;

20 fig. 10 viser i større målestok et planbillede af en del af den i fig. 9 viste enhed; og

fig. 11 viser et snit langs linien 11-11 i fig. 9.

25 I fig. 1-4 ses et elektrisk, pladeformet varmelegeme 10, der omfatter et isolerende plastsustrat 12, hvorpå et halvledermønster 14 af kolloidal grafit er trykt. I den viste udførelsesform tænkes varmelegemet anvendt som infrarødt billedmål, og halvledermønstret er indrettet til  
30 at frembringe et termisk billede svarende til det, der frembringes af et menneske.

Det viste substrat 12 er 0,01 mm tyk og består af polyester ("Mylar"), og den relative størrelse af substratet  
35 12 og halvledermønstret er således, at der dannes en ubeklædt sidebindingsområde 8 mellem halvledermønstret 14's yderkant og substratkanterne. Området 8 har en minimum-

5 bredde på 1,25 cm langs målets sider 9 og på 3 cm langs målets bund 11. Halvledermønstret tilvejebringer en effektivitet i størrelsesordenen 130-140 W/m<sup>2</sup> over overfladen, når varmelegemet er forbundet til en 110 volt spændingskilde.

10 Til forbindelse af målet til en spændingskilde omfatter halvledermønstret 14 to forbindelsesdele 16, der hver er omkring 4 mm bred og strækker sig i hovedsagen tværs over målets bundstykke. Forbindelsesdelene ligger på linie og er adskilt af et 6 mm bredt mellemrum 18 (dvs. et isolerende område uden halvledende materiale) mellem naboenderne. Et antal små rektangler 20, der hver er omkring 6 mm høje og 3 mm brede, er beliggende med mellemrum langs 15 forbindelsesdelene 16 med den nedre kant af hvert rektangel 20 omkring 4 mm fra forbindelsesdelens bundkant. Afstanden mellem naborektangler 20 er omkring 6 mm.

20 To elektroder 22, der hver omfatter en 2 1/2 cm bred og 75 µm tyk fortinnet kobberstribe, strækker sig tværs over målets bundstykke. Hver elektrode 22 overlejrer delvis og er i elektrisk kontakt med den respektive forbindelsesdel 16. Som tydeligst vist i ovennævnte US patentskrift 4 542 285 har hver elektrode to transversalt adskilte rækker af 25 med mellemrum beliggende, kvadratiske huller 24, med faste kobberbaner 26, 28 og 30 langs elektrodens inder- og yderkant og mellem de to hulrækker.

30 Et tyndt isolerende plastdæklag 32 vist i fig. 2 og bestående af et i det væsentlige transparent laminat af et 50 µm tykt polyesterlag ("Mylar") og et 70 µm tykt, klæbende bindelag, f.eks. polyethylen dækker substratet 12, halvledermønstret 14 og lederne 22. Lederne 22 er ikke i sig selv bundet til det underliggende substrat eller 35 halvledermaterialet, men dæklaget 22 (der har samme udstrækning som hele substratet 12) binder til det ubeklædte (med hensyn til halvledermateriale) område 8 på sub-

stratet 12 (langs randområderne, hvor de to flader er i direkte kontakt med hinanden, og gennem hullerne 24 i lederne 22), og desuden til ubeklædte rektangulære områder 40, der er beliggende med mellemrum langs lederbanerne 26's inderkanter. I de områder, hvor der, som det senere vil blive forklaret, er trykt et net-poremønster af ledende materiale, vil dæklaget 32 ligeledes binde til substratet 12 gennem porerne.

10 Substratet og dæklaget 32 vil typisk være i hovedsagen transparente. Ved millitære anvendelser af målet kan dæklaget 32 være farvelagt, f.eks. som en tank.

15 De dele af halvledermønstret 14, der frembringer det ønskede termiske billede, omfatter tre i det væsentlige U-formede varmegivende dele 50, 51, 52, der danner målets "hoved". To tilnærmelsesvis trapezformede varmegivende dele 60, 61 danner målets "skuldre". To rektangulære varmegivende dele 70, 71 danner resten af "kroppen".

20 Disse tre dele er alle belagt med en halvledende sværte med i hovedsagen samme tykkelse, f.eks. omkring 10-15  $\mu\text{m}$ . Den specifikke flademodstand af de områder, der er belagt med sværte, er i hovedsagen konstant; men betragtet som helhed har de tre områder forskellige specifikke flademodstande som følge af porearrangementet. Som vist er der tilvejebragt U-formede, halvlederfrie, isolerende områder 80 mellem tilstødende "hoved"-dele 50, 51, 52, og andre halvlederfrie, isolerende områder 81 mellem de tilstødende "krop"-dele 70, 71 og mellem tilstødende "skuldre"-dele 60, 61. De varmegivende dele 50, 51, 52, der danner hovedet, er elektrisk forbundet (i parallel med hinanden) i serie med "skulder"-delene 60, 61, og hver af "krop"-delene 70, 71 er elektrisk forbundet i serie mellem respektive "skulder"-dele 60, 61 og et af forbindelsesdelene 16.



- I hver af "hoved"-delene 50, 51, 52, er der over hele området trykt et halvledende materialelag af kolloidalgrafit med en ensartet tykkelse, der typisk vil være i størrelsesordenen 5-25  $\mu\text{m}$ . Det halvledende lag dækker på tilsvarende vis hele området for forbindelsesdelene 16, bortset fra de rektangulære åbninger 20, hvorigennem dæklaget 32 binder til substratet 14 og holder lederne 22 på plads.
- I "skulder"-delene 60, 61, og i "krop"-delene 70, 71, kan den specifikke flademodstand til frembringelse af den ønskede effekttæthed typisk ikke opnås ved at trykke halvledermateriale af kolloidalgrafit over hele området i den samme tykkelse som i "hoved"-delene 50, 51, 52 og forbindelsesdelene 16. Halvledermaterialet er i hver af områderne 60, 61, 70, 71 trykt over et område i et åbent netmønster, dvs. et regulært arrangement af små områder, der er frit for halvledermateriale, ("porer") i et sammenhængende halvledernet, der omgiver porerne og dækker resten af den pågældende del. Selv om sværtelagets specifikke flademodstand i sig selv forbliver konstant, afhænger den specifikke flademodstand og den resulterende effekttæthed i et område med porer af porekonfigurationen og poremønstret, f.eks. udformningen af og afstanden mellem porerne, samt af den procentdel, porerne udgør af det samlede areal. Et areal, hvori porerne dækker 50 % af det samlede areal, vil typisk have en større specifik modstand end et område, hvor porerne kun dækker 25 % af dette, og den mindste specifikke flademodstand vil typisk findes, hvor procentdelen af porer er nul, dvs. et område såsom "hoved"-delene 50, 51, 52, der helt er belagt med halvledende materiale.
- Ved den i fig. 1-4 viste udførelsesform er porerne sekskantede og fordelt i et regulært, retliniet arrangement, hvor naboporers centre danner ligesidede trekanter. Fig. 3 viser i større målestok en del af "krop"-området 70 og

viser de sekskantede porer 80 og nettet 82 af halvleder-  
materiale, og fig. 4 er et diagram, der yderligere viser  
geometrien af det i fig. 3 viste mønster af porer og net.  
I fig. 4 er afstanden mellem sekskantede naboporer 80's  
centre angivet med D, og afstanden mellem en pores cen-  
trum og hver af siderne (og dermed radius af pores ind-  
skrevne cirkel) er angivet med R. Bredden af netstriben  
81 af halvledermateriale mellem to naboporer er angivet  
med P. For disse tre afstande gælder

$$P = D - 2R$$

Det har vist sig, at P ikke bør være mindre end 0,4 mm,  
og helst ikke mindre end 0,5 mm, og afstanden R bør ikke  
være mindre end 0,4 mm og helst ikke mindre end omkring  
0,8 mm. For at opnå en ensartet opvarmning over hele om-  
rådet er det ønskeligt, at de enkelte porer ikke er for  
store, hvorfor afstanden R typisk ikke vil overstige  
f.eks. 6 1/2 mm.

I det i fig. 4 viste mønster af sekskantede porer vil  
bredden af netstriben 81 mellem to naboporer 80 være i  
det væsentlige konstant, og det overordnede netmønster  
vil bestå af et antal striber 81 med konstant bredde, der  
i deres respektive ender, (ved hjørnerne på de sekskante-  
de porer) støder op til ligesidede trekantdele 83, hvis  
sidelængde svarer til stribebredden. Det bør bemærkes, at  
den procentdel af et varmegivende område, der er dækket  
med halvledende materiale, afhænger af afstanden mellem  
porerne og bredden af netstriberne mellem de sekskantede  
naboporer. Teoretisk kan procentdelen variere fra 0 % (P  
= 0, hvor hver sekskant er så stor, at to naboporer græn-  
ser op til hinanden) til 100 % (P = D, hvor hele området  
er dækket med halvledende materiale, så at sekskanterne  
har arealet nul. Med en typisk udformning, hvor afstanden  
D mellem to naboporers centre er 0,95 cm, vil porerne,  
hvis P er 380  $\mu$ m, dække omkring 90 % af det samlede områ-

de, og halvledernettet vil dække de resterende 10 %. Det bemærkes, at den procentdel, der dækkes af porerne, kan øges noget ved at øge afstanden mellem to naboporers centre, mens P opretholdes eller (hvis trykningen tillader det) mindskes. Den procentdel af området, som dækkes af porerne, kan reduceres ved at reducere porestørrelsen (R) eller ved at opretholde porestørrelsen, mens afstanden D øges.

På den i fig. 1 viste varmegiver er de sekskantede porer i "skulder"-området 60, 61 og "krop"-området 70, 71 udformet således, at afstanden mellem nabopor er 9,5 mm. I "skulder"-området 60, 61 er størrelsen af porerne tilpasset ( $R = 2,5$  mm), så porerne i mønstret af net og porer dækker omkring 20 % af "skulder"-området. I "krop"-området 70, 71 er porerne større ( $R = 3,5$  mm), og porerne dækker her omkring 40 % af det samlede areal.

Et område med et net-poremønster har større specifik flademodstand end et område, der fuldstændigt er dækket af det samme halvledermateriale med samme tykkelse. Ved anvendelse af et net-poremønster, i hvilket formen af og afstanden mellem to nabopor forbliver den samme, kan et områdes specifikke overflademodstand generelt øges ved at anvende større porer, og tilsvarende formindskes ved at anvende mindre porer.

I den i fig. 1-4 viste varmegiver er den specifikke overflademodstand i "hoved"-områderne 50, 51, 52 (der er fuldstændigt dækket med halvledende materiale) således mindre end i de andre områder med det halvledende mønster (der er et mønster af net og porer). Tilsvarende vil "skulder"-områderne 60, 61 (hvor porerne dækker omkring 20 % af det samlede areal), have mindre specifik overflademodstand end "krop"-områderne 70, 71 (hvor porerne dækker omkring 40 %). I den viste udførelsesform er modstanden af "skulder"-områderne 60, 61 omkring 30 % højere end

modstanden af "hoved"-områderne 50, 51, 52, og modstanden i "krop"-områderne 70, 71 er omkring 80 % højere end i "hoved"-områderne. Størrelsen og formen af de forskellige dele er imidlertid afpasset således, at den effekttæthed, der frembringes af hver af "krop"- og "skulder"-delene (der vil repræsentere dele på en menneskelig krop, der er påklædt, og derfor for en infrarød afbildningsenhed skal synes en anelse koldere end et bart hoved) vil være den samme og en smule mindre end den effekttæthed, der frembringes af "hoved"-delene.

Det bemærkes, at strømretningen i hver af "skulder"-delene 60, 61 og "krop"-delene 70, 71 er i hovedsagen lodret. I områder med et mønster af net og porer er det normalt ønskeligt, at linier, der forbinder centre i naboporers, ikke er parallelle med den overordnede strømretning. Derfor er mønstret af net og porer i "skulder"- og "krop"-delene orienteret således, at siderne i de ligesidede trekkanter, der forbinder naboporers, enten er vinkelret på eller danner en vinkel på  $30^\circ$  med strømmen, der i hovedsagen løber i lodret retning. Hvis porecentrene arrangeres i et kvadratisk mønster, vil det på tilsvarende måde normalt være ønskeligt at orientere mønstret således, at siderne i kvadraterne danner en vinkel på  $45^\circ$  med strømretningen.

Andre mønstre af net og porer er vist i fig. 5 og 6, hvor porerne er cirkulære.

I det i fig. 5 viste mønster er de cirkulære porer arrangeret således, at tre naboporers centre danner ligesidede trekkanter, hvor afstanden mellem naboporers centre er angivet ved  $D'$ , hvor hver pore har en radius  $R'$ , og hvor nettet af halvledende materiale mellem naboporers har en bredde  $P'$ . Den minimale bredde af netstriber af halvledermateriale mellem to porer findes på en linie der forbinder porernes centre og svarer til  $D'-2R'$ .

De cirkulære porer 280 i det i fig. 6 viste mønster er arrangeret således, at centrene af fire naboporer danner hjørnerne i et kvadrat. Afstanden mellem to naboporer centre, dvs. længden af en side i kvadratet, er betegnet med  $D''$ , hver pore 280 har en radius  $R''$ , og striben 281 af halvledermateriale mellem to naboporer 281 har en minimumbredde  $P''$  svarende til  $D'' - 2R''$  og forefindes på en linie, der forbinder porernes centre.

I de i fig. 5 og 6 viste mønstre af cirkulære porer kan halvlederstriberne 181, 281 mellem to naboporer 180, 280 variere i bredde. Den minimale bredde forefindes på den linie, der forbinder centrum af to naboporer, og bredden af hver stribes endeparti er væsentlig større. Til forskel fra det i fig. 4 viste mønster med sekskantede porer forekommer der her en væsentlig variation i modstanden i striberne 181, 281's længderetning. Det bør også bemærkes, at et mønster med cirkulære porer ikke bør anvendes, når porerne ønskes at dække en stor procentdel af det samlede varmegivende område. I det i fig. 5 viste mønster, hvor centrene af de cirkulære porer danner hjørnerne i ligesidede trekanter, vil den maximale teoretiske procentdel af det samlede varmegivende område, der dækkes med porer (dvs. den procentdel, der dækkes, når  $R$  er næsten lige så stor som  $P/2$ , og naboporer således næsten tangerer hinanden) f.eks. være omkring 90 %. I det i fig. 6 viste mønster, hvor porecentrene danner hjørnerne i kvadrater, vil den maximale procentdel, der dækkes af porer, være omkring 80 %. I praksis kræves det imidlertid, at  $P$  ikke er mindre end 0,4 mm, hvilket betyder, at den maximale poredækning, der kan opnås ved anvendelse af mønstre med cirkulære porer, er betydelig mindre end det teoretiske maximum (f.eks. omkring 80 % for mønstret med ligesidede trekanter og omkring 60 % for mønstret med kvadrater), og for at sikre en god trykning og ensartet opvarmning vil mønstre med cirkulære porer typisk ikke anvendes i tilfælde, hvor det er ønskeligt, at porerne

dækker mere end  $2/3$  af det varmegivende areal.

Med andre udførelsesformer kan der anvendes andre poreformer og mønstre. Porerne behøver f.eks. ikke at være cirkulære eller sekskantede, og der kan f.eks. anvendes kvadrater, ellipser, trekanter eller irregulære former. I nogle tilfælde behøver porernes centre ikke at danne et regulært, retliniet arrangement, og det kan i nogle tilfælde være ønskeligt at danne mønstret med net og porer ved at trykke hele området jævnt og derpå stanse porerne ud.

Fig. 7 viser f.eks. i større målestok et halvledermønster ifølge opfindelsen af net og porer, i hvilket porerne er rhombeformede og anbragt således, at rhombecentrene danner hjørnerne i parallelogrammer med en sidelængde på f.eks. 1 cm. Nettet mellem porerne danner forbindelsesstriber, der er omkring 0,5 mm brede.

Fig. 8 viser en varmegiver til specielle formål, og omfattende et halvledermønster i form af en serpentin med varierende bredde og trykt på et papirsubstrat. Mønstret omfatter et fast kontaktområde i hver ende af mønstret, og et antal serieforbundne varmegivende dele, derimellem. De varmegivende dele er massive (dvs. at halvledermaterialet dækker hele delen). De varmegivende dele er trykt i et mønster med net og porer. I delene omfatter mønstret med net og porer sekskantede porer, der er bragt på linie i ligesidede trekanter med  $D = 0,953$  cm og  $R = 0,159$  cm. Mønstret med net og porer omfatter i området sekskanter med samme størrelse og danner ligesidede trekanter med  $D = 0,635$  cm. Cirkulære fortinnede kobberledere er bragt i elektrisk kontakt med hvert af kontaktområderne, f.eks. ved anvendelse af ledende adhæsionsmiddel.

Ved de ovenfor beskrevne udførelsesformer, samt i de tidligere omtalte amerikanske patentskrifter har det materiale, der danner halvledermønstret (hvis det er trykt over et område og har en ensartet tykkelse på 12,5  $\mu\text{m}$ ) typisk en specifik flademodstand på omkring 80 ohm/kvadrat. Den specifikke flademodstand af en metalfilm (f.eks. nikkel) med samme tykkelse vil være meget mindre. Den specifikke flademodstand af et sådant metallag kan øges noget ved at gøre filmen meget tynd, men på et kommercielt grundlag er det meget vanskeligt, om ikke umuligt, at anbringe en metalfilm med ensartet tykkelse, når filmen er mindre end omkring 35 Ångstrøm, hvor den specifikke flademodstand af et nikkellag med denne tykkelse er omkring 20 ohm/kvadrat, og det er derfor ikke udbyttegivende at fremstille ensartede metallag med en specifik flademodstand, der er meget større, end hvad der kan opnås med et 35 Ångstrøm tykt metallag med ensartet tykkelse.

Fig. 9-11 viser en elektrisk modstandsenhed 110, der omfatter et metalmønster 112 med en i hovedsagen ensartet tykkelse (omkring 35 Ångstrøm) på et organisk plastsubstrat 114, f.eks. af polyester. Metalmønstret 112 har langs enheden 110's modsatte sidekanter en kontinuerlig kontaktstribe 116, der er 1-1,5 cm bred. En fortinnet kobberleder 118 overlejrer og er adhæsivt fastgjort (f.eks. med et kendt, ledende klæbemiddel) til hver af kontaktstriberne 116. Ved andre udførelsesformer kan kontaktstriberne 116 være udformet med en større tykkelse end den resterende del af metalmønstret, ofte i stedet for at tilvejebringe separate ledere.

Det varmegivende område 119 på enheden 110 (dvs. delen mellem de i afstand fra hinanden anbragte ledere 118 og kontaktstriberne 116) omfatter et regulært, retliniet arrangement af sekskantede porer 120 (dvs. udformet som sekskanter og fri for metal eller andet ledende materia-

le) i et mønster 121 dannet af et metalnet. Porerne 120 er arrangeret således, at tre naboporers centre danner hjørnerne af en ligesidet trekant (hvert ben i trekanten er 0,95 cm langt). Trekanternes sider er enten vinkelret på eller danner en vinkel på 30° med strømretningen, dvs. med en linie, der strækker sig på tværs af enheden 110. Nabosidekanter på nabopor er parallelle, og størrelsen af porerne er således, at metalstriben 122 mellem nabopor er omkring 125  $\mu\text{m}$  bred (dvs. størrelsen af hver sekskant er således, at diameteren af en indskreven cirkel, tangerende trekantens sider vil være 0,94 cm).

Den eksakte specifikke flademodstand (ohm/kvadrat) af det varmegivende område 118 kan bestemmes empirisk. Som en velegnet tilnærmelse kan den specifikke flademodstand (R) udtrykkes ved:

$$R = 1,732rD/W,$$

hvor r er den specifikke flademodstand (ohm pr. kvadrat) af metallaget, og D og W henholdsvis er diameteren af porerne 120's indskrevne cirkel og bredden af striberne 22 mellem nabopor. Ved anvendelse af udtrykket ses det, at den specifikke flademodstand af den varmegivende enhed 110's varmegivende område vil være omkring 74 r. Ved den viste udførelsesform er metallaget af nikkel og omkring 35 Ångstrøm tykt, så at r vil være omkring 20,5 ohm pr. kvadrat og R vil således være omkring 1525 ohm pr. kvadrat.

I praksis fremstilles den i fig. 9-11 viste varmegivende enhed 110 som følger:

- a. Der anbringes et kontinuerligt metallag med den ønskede tykkelse på et substrat 114. Et sådant lag kan f.eks. anbringes ved anvendelse af en kendt vakuumforstøvningsteknik eller en metalliseringstek-



nik.

- 5           b. Der anbringes et syrereresistivt mønster over det  
kontinuerlige metallag. Det syrereresistive mønster  
anbringes således, at det dækker alt det metal, der  
ikke skal fjernes (dvs. dækker kontaktstriberne 116  
og metalnettet i det varmegivende område). Det re-  
sistive mønster kan anbringes ved anvendelse af en  
10           vilkårlig kendt teknik f.eks. ved anvendelse af  
filmtryk, rotationsdybtryk eller flexotryk. Et ens-  
artet lag af syrereresist kan alternativt anbringes  
over hele metallaget, og mønstret kan derpå frem-  
komme ved selektivt at fjerne dele af resisten ved  
anvendelse af en kendt fotoresistteknik. Anvendeli-  
15           ge materialer til dannelse af resistmønstret omfat-  
ter Blake Acid Resist fra Cudner & O'Conner (type M  
eller AX) filmphotoresist og Dupont (nr. 4113)  
filmphotoresist.
- 20           c. Enheden (med påført resistmønster) føres gennem et  
syrebad for at fjerne den del af metallaget, der  
ikke er beskyttet (dvs. dækket) af det syrereresisti-  
ve mønster (hvor det tilbageværende metal danner  
kontaktstriberne 116 og nettet 121).
- 25           d. Resistmønstret fjernes.
- e. Lederne 118 fastgøres adhæsivt.
- 30           Som den ovenfor omtalte udførelsesform med ledende grafit  
kan enheder med metalnet også omfatte et antal forskelli-  
ge varmegivende områder med forskellig specifik flademod-  
stand. En enhed kan f.eks. omfatte et område, hvori ar-  
rangementet af sekskantede porer svarer til det i fig. 9-  
35           11 viste, og i et andet kan de sekskantede porer være ar-  
rangeret anderledes (f.eks. med 6,4 mm mellem porernes  
centre) og med en bredde af metalstriberne mellem nabopo-

rer, der ligeledes afviger (f.eks. en bredde så lille som 25  $\mu\text{m}$ , som kan være frembragt gennem en photoresistproces). De to varmegivende områder har forskellige specifikke flademodstande. Det første vil have en specifik  
5 flademodstand, der er 74 gange større end et massivt metallags og det andet vil have en specifik flademodstand, der er 250 gange større.

Tilsvarende kan der anvendes andre ledende materialer  
10 (f.eks. metaller som sølv eller guld eller andre ledende sammensætninger eller forbindelser) i stedet for nikkel, og andre mønstre af net og porer kan anvendes end de viste og ovenfor beskrevne.

15

20

25

30

35

## P a t e n t k r a v:

-----

1. Elektrisk varmegivende enhed (10) med et på en isole-  
5 rende flade (12) båret ledende mønster (14) og to adskil-  
te ledere (16), der er elektrisk forbundet til det leden-  
de mønster, k e n d e t e g n e t ved, at en varmegiven-  
de del (70, 71) af det mellem lederne (16) anbragte le-  
10 dende mønster (14) omfatter et todimensionalt arrangement  
af områder (80) uden halvledende materiale ("porer") i et  
net (82) af ledende materiale, hvor porerne er arrangeret  
således, at centrene af sæt af tre naboporer danner hjør-  
nerne i således beliggende trekanter, at totalstrømret-  
15 ningen mellem lederne forløber i en i forhold til trekan-  
ternes sider afvigende retning.

2. Enhed ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at  
porerne (80) har form som cirkler eller regulære polygo-  
ner.

20 3. Enhed ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t  
ved, at porerne (80) er regulære polygoner og er arran-  
geret således, at siderne i naboporer er parallelle, og  
at porerne er anbragt i ensartet afstand fra hinanden.

25 4. Enhed ifølge krav 1-3, k e n d e t e g n e t ved, at  
porerne (80) er hexagonale.

30 5. Enhed ifølge krav 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at  
trekanterne er ligesidede trekanter.

35 6. Enhed ifølge krav 1-5, k e n d e t e g n e t ved, at  
en anden varmegivende del (60, 61) af det ledende mønster  
(14) grænser op til den første varmegivende del (70, 71)  
og har en specifik flademodstand (ohm pr. kvadrat), der  
afviger fra den første dels specifikke flademodstand.

7. Enhed ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at den første og den anden varmegivende del (70, 71 og 60, 61) hver omfatter respektive regulære todimensionelle arrangementer af porer (80) i et net (82) af ledende materiale.

8. Enhed ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at mindst en af parametrene: afstanden mellem to naboporers (80) centre og porestørrelsen i den første del (70, 71) afviger fra den tilsvarende poreparameter i den anden del (60, 61).

9. Enhed ifølge krav 1-8, k e n d e t e g n e t ved, at hver pore (80) har et areal, der er mindre end en cirkel med en diameter på 1,25 cm.

10. Enhed ifølge krav 1-9, k e n d e t e g n e t ved, at det ledende mønster (14) er tilvirket af enten et ledende grafitmateriale eller af metal anbragt med i hovedsagen ensartet tykkelse på substratet (12), at porerne (80) er i ensartet afstand anbragte polygoner, og at den minimale netbredde mellem to naboporers er større end 380  $\mu\text{m}$  for et mønster af halvledende grafitmateriale, og er mindre end 250  $\mu\text{m}$  for et mønster af metal.

25

30

35



FIG. 2

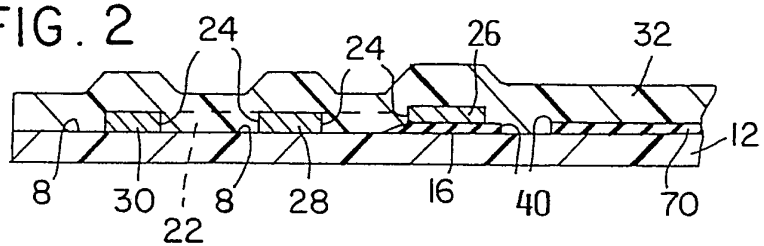


FIG. 3

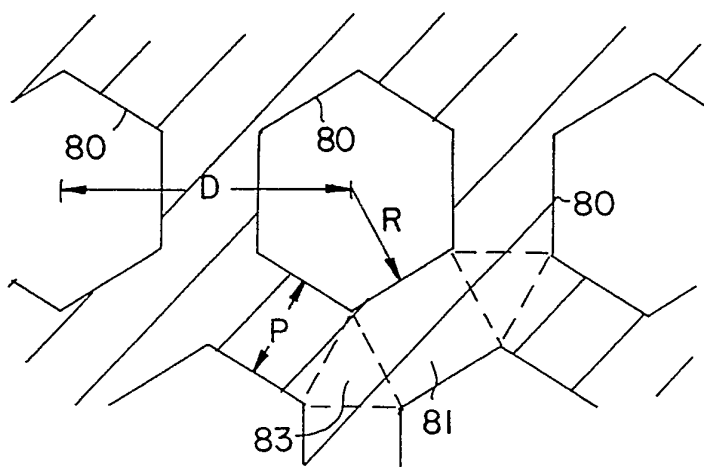
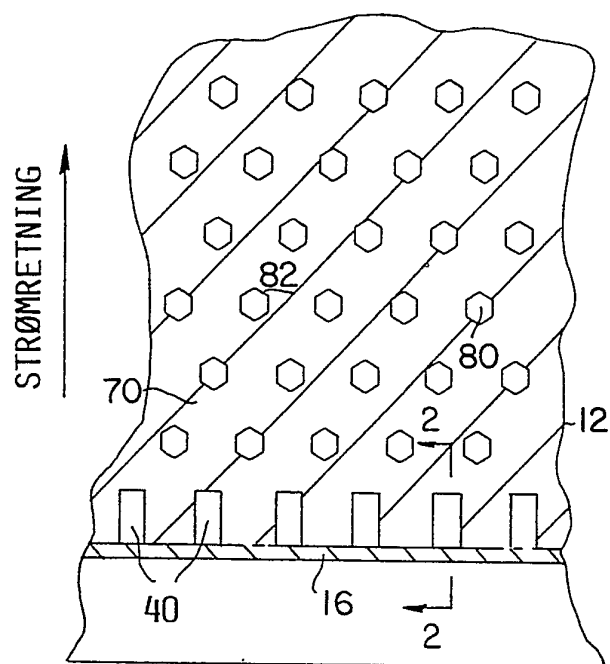


FIG. 4

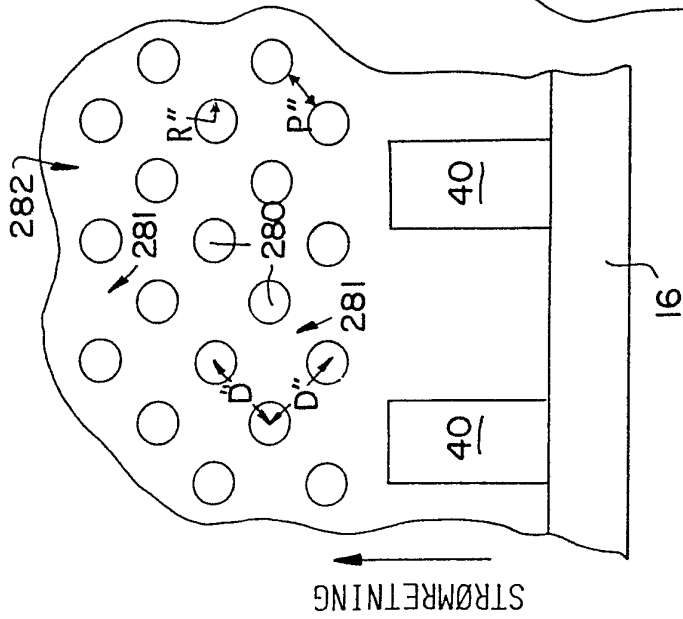


FIG. 6

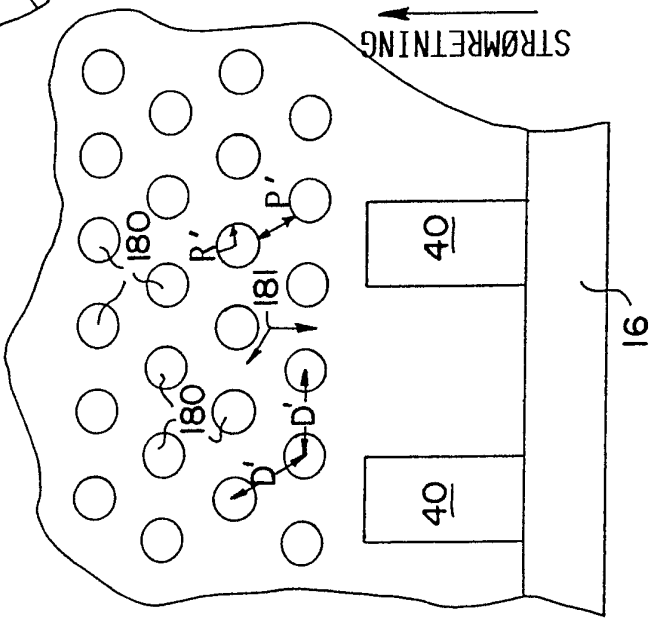


FIG. 5

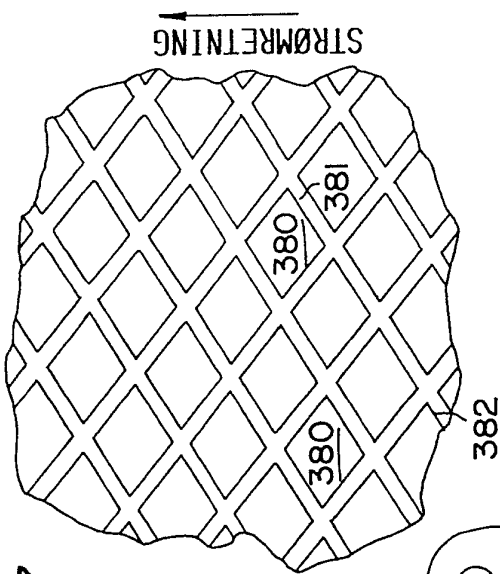


FIG. 7

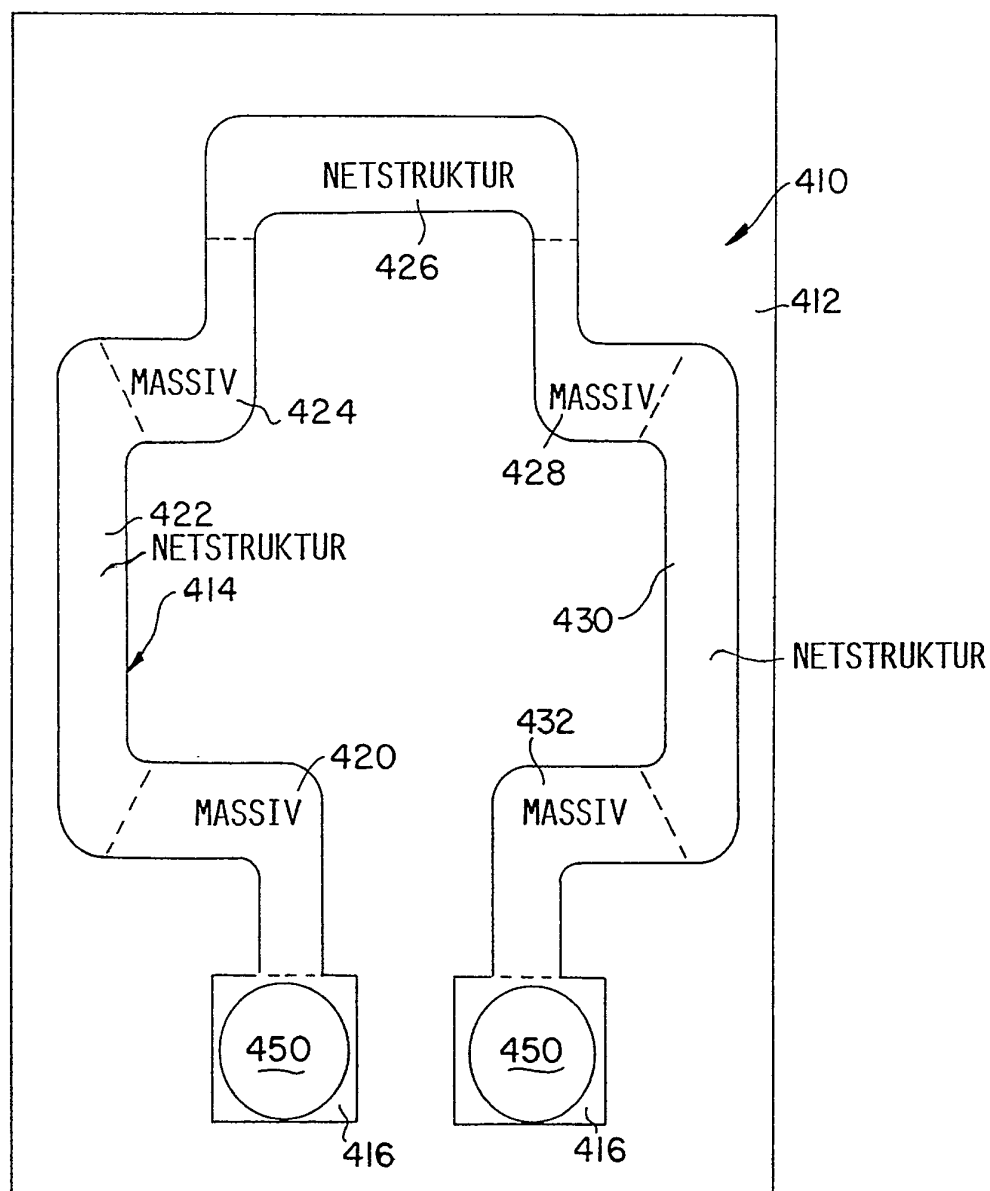


FIG. 8



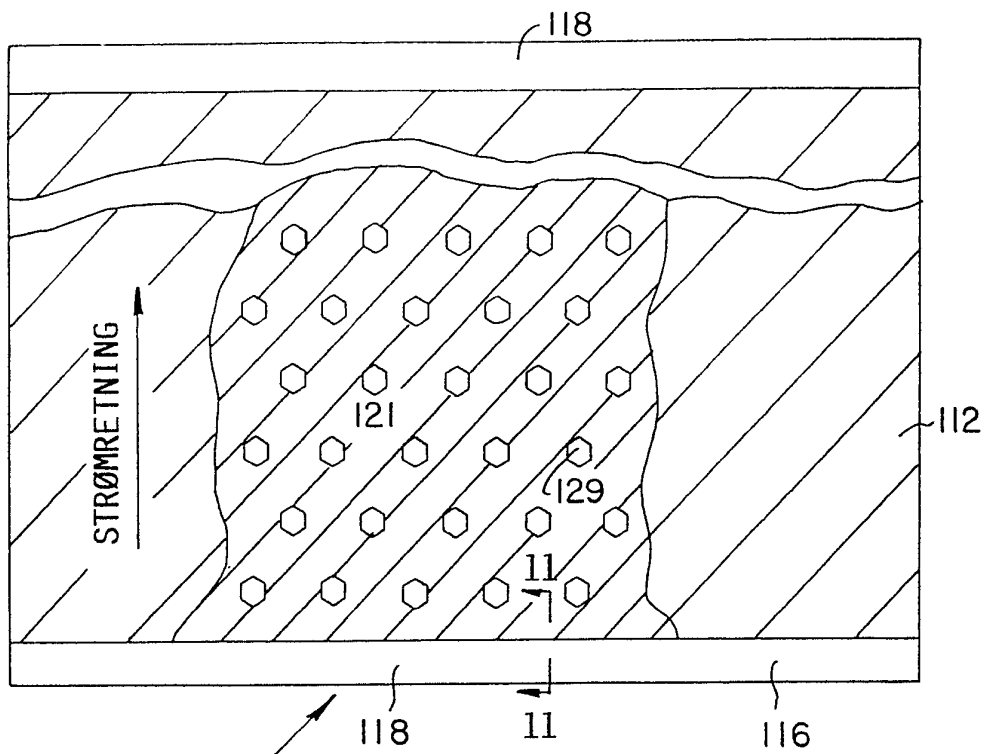


FIG. 9

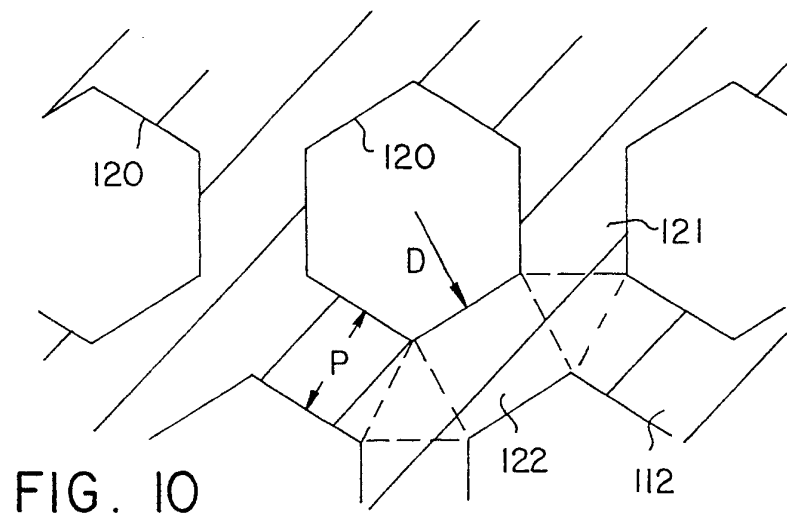


FIG. 10

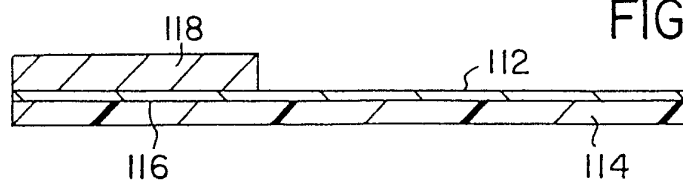


FIG. 11